



Mit heise+ alle Artikel und Inhalte der Magazine lesen.
Erster Monat gratis, danach als Magazin-Abonnent ab 3€ mtl.

Jetzt upgraden

Make | Workshop

Make Magazin 4/2023 S. 108



Platinen aus China – bestückt bestellen

Eigene Leiterplatten vom Profi fertigen zu lassen, ist einfach und günstig. Mittlerweile sind sogar bestückte Platinen bezahlbar, selbst in kleinen Stückzahlen. Wir zeigen an dem Beispiel eines kleinen Computerboards, wie man eigene Projekte fertigen lässt.

- » Professionell gefertigte Platinen und Bestückung auch für Kleinserien
- » Hinweise zu den Anforderungen und Bedingungen der Herstellung
- » Leitfaden durch den Bestellprozess

Checkliste



Zeitaufwand:

ab 1 Stunde



Kosten:

Im Beispiel 128 Euro für 5 Platinen

Mehr zum Thema

- » Carsten Meyer, Statt Schablone: Lötpasten-Dispenser, Make 5/22, S. 102
- » Gustav Wostrack, Der Weg zur Platine, Teil 1, Make 6/21, S. 104
- » Gustav Wostrack, Der Weg zur Platine, Teil 2: SMD-Löten mit dem Pizza-Ofen, Make 1/22, S. 86
- » Moritz König, Reflow-Löten mit dem Bügeleisen, Make 5/20, S. 116

Alles zum Artikel im
Web unter
[make-magazin.de/x2c5](https://www.make-magazin.de/x2c5)

Nicht jeder Bastler findet es reizvoll, eine Platine selbst zu ätzen oder zu fräsen und dann von Hand zu löten. Durchsteck- und SMD-Bauteile, die nicht zu klein sind, lassen sich mit etwas Geduld und Übung gut von Hand löten. Mikroprozessoren und andere Chips werden jedoch immer kleiner und haben feine Pinabstände, die das Handlöten erschweren. Spätestens bei Kontaktflächen auf der Unterseite (LGA, BGA etc.) ist der HandlötKolben nicht mehr zu gebrauchen. Vieles lässt sich noch mit Lötpaste, Schablone, Ofen oder Heißluft in der heimischen Werkstatt bewerkstelligen, aber schon bei wenigen Platinen mehr wird es zu einer freizeitfüllenden Aufgabe und die notwendigen handwerklichen Fähigkeiten führen mangels Übung oft zu Frust oder defekten Platinen. Zum Glück gibt es mittlerweile Dienstleister, die alle Schritte der Herstellung übernehmen und das zu akzeptablen Preisen.

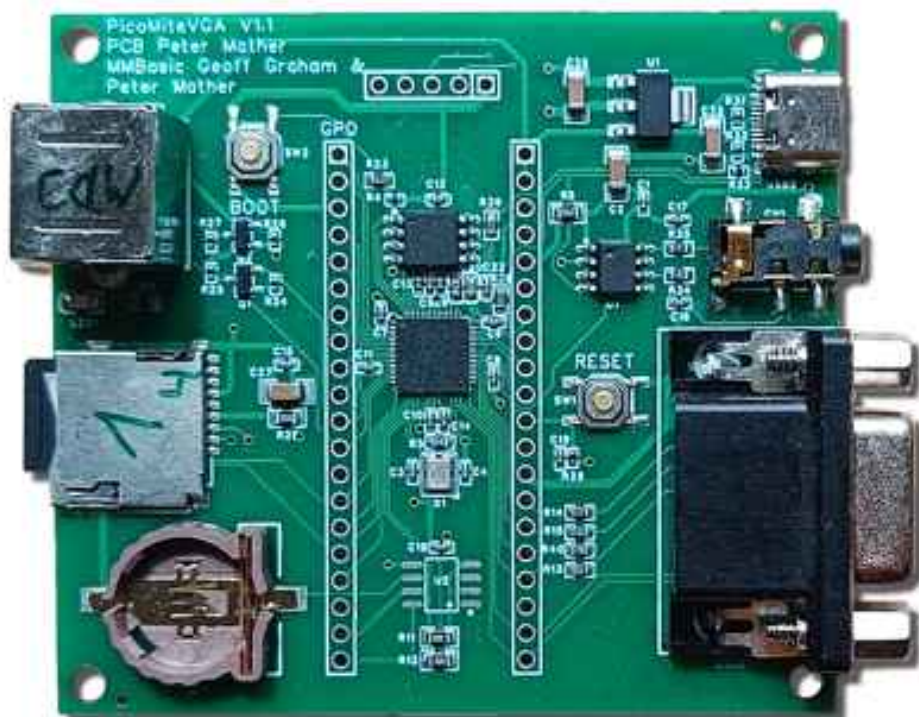
Da in der Redaktion einige Kollegen mit Basic-Computern wie dem C64, Sinclair oder BBC-Micro aufgewachsen sind, bot sich als Testobjekt ein MMBasic-Computer (siehe Kasten) an. Kein Retro-computer, sondern die moderne Neuinterpretation der Homecomputer, die man direkt nach dem Anschalten in Basic programmieren kann. Als Basis dient dabei ein Raspberry Pico bzw. sein Prozessor RP2040. Das ganze nennt sich dann PicoMiteVGA und ist ein nicht zu teures und überschaubares Projekt, um eine Idee zu bekommen, wie die Bestellung und Bestückung von PCBs in China konkret funktioniert und was in etwa für Kosten entstehen.

Gegenwärtig gibt es zwei große Hersteller in China, die für Maker interessant sind, wenn es um das Bestücken von Platinen geht: JLCPCB und PCBWay. Beide sind als Sponsoren von diversen YouTubern bekannt. Warum diese Firmen solch kleine Projekte annehmen und unterstützen, diskutieren wir später.

Da ich schon ein kleines Projekt (KrystaLED) in EasyEDA designt und die Platinen bei JLBPCB gefertigt habe, lag es nahe, wieder diesen Hersteller zu bemühen. Hinzu kam die Tatsache, dass das PicoMiteVGA-Board ebenfalls in EasyEDA (Pro, siehe Kasten) erstellt wurde und so alle nötigen Daten vorlagen, um eine bestückte Platine zu bestellen.

MMBasic und PicoMiteVGA

Der MMBasic-Interpreter wurde von Geoff Graham für den Maxmite Computer mit PIC32 im Jahr 2011 entwickelt. Von Anfang an als möglichst leicht erweiterbar entworfen, wuchs der Interpreter schnell und wird auch heute noch aktiv entwickelt. 2021 wurde MMBasic dann von Geoff Graham, Peter Mather und Mick Ames zusammen auf den Raspberry Pi Pico portiert. Im Gegensatz zu allen anderen MMBasic-Systemen steht das PicoMite-System seit dem ersten Release unter einer Open-Source-Lizenz.



MMBasic ist ein kompletter BASIC-Interpreter mit breiter Hardwareunterstützung, Grafikbefehlen und integriertem PIO-Assembler. MMBasic läuft dabei, inklusive Editor, direkt auf dem Raspberry Pico. Weiterhin bietet es Fließkommazahlen, 64-Bit-Integerzahlen, Strings, lange Variablennamen, Arrays, Subroutinen, Funktionen und Bibliotheken. Der Interpreter ist weitgehend kompatibel zu Microsoft Basic, allerdings um moderne strukturierte Programmelemente erweitert und folgt dem ANSI-Standard für BASIC (X3.113-1987 und ISO/IEC 10279:1991). Gerade kam noch die Unterstützung des WLAN-Chips auf dem Pico W dazu, die IoT- und Webserver-Programmierung auf dem Pico W ermöglicht.

Die geringen Kosten, die gute Verfügbarkeit des Pico und Basic als Sprache riefen geradezu nach einer Version, die man wie einen Heimcomputer der 80er Jahre verwenden kann. Dies wurde dann in Form des PicoMiteVGA umgesetzt, wobei der zweite CPU-Kern und seine PIOs die Generierung des VGA-Signals übernehmen. Peter Mather hat die von uns verwendete Platine für die PicoMiteVGA-Firmware entwickelt.

Los!

Wir beschreiben hier nur den Weg von einer bereits designten Platine und vorhandenen Pro-



zur Verfügung. Es ist immer eine gute Idee, sich bei solch einem Projekt in den entsprechenden Foren umzuschauen, ob die Platine schon einmal erfolgreich gefertigt wurde. Das war hier der Fall; neben dem Entwickler hatte auch schon ein User fertig bestückte und funktionierende Boards bestellt. Die nötigen Dateien findet man über das Forum (Links über die Kurzinfo). Das Paket enthält Anleitungen, die Dateien, um die Platine fertigen zu können, Teilelisten, Dateien für die Platzierung der Bauteile und die Quelldateien für das Layout-Programm EasyEDA Pro.

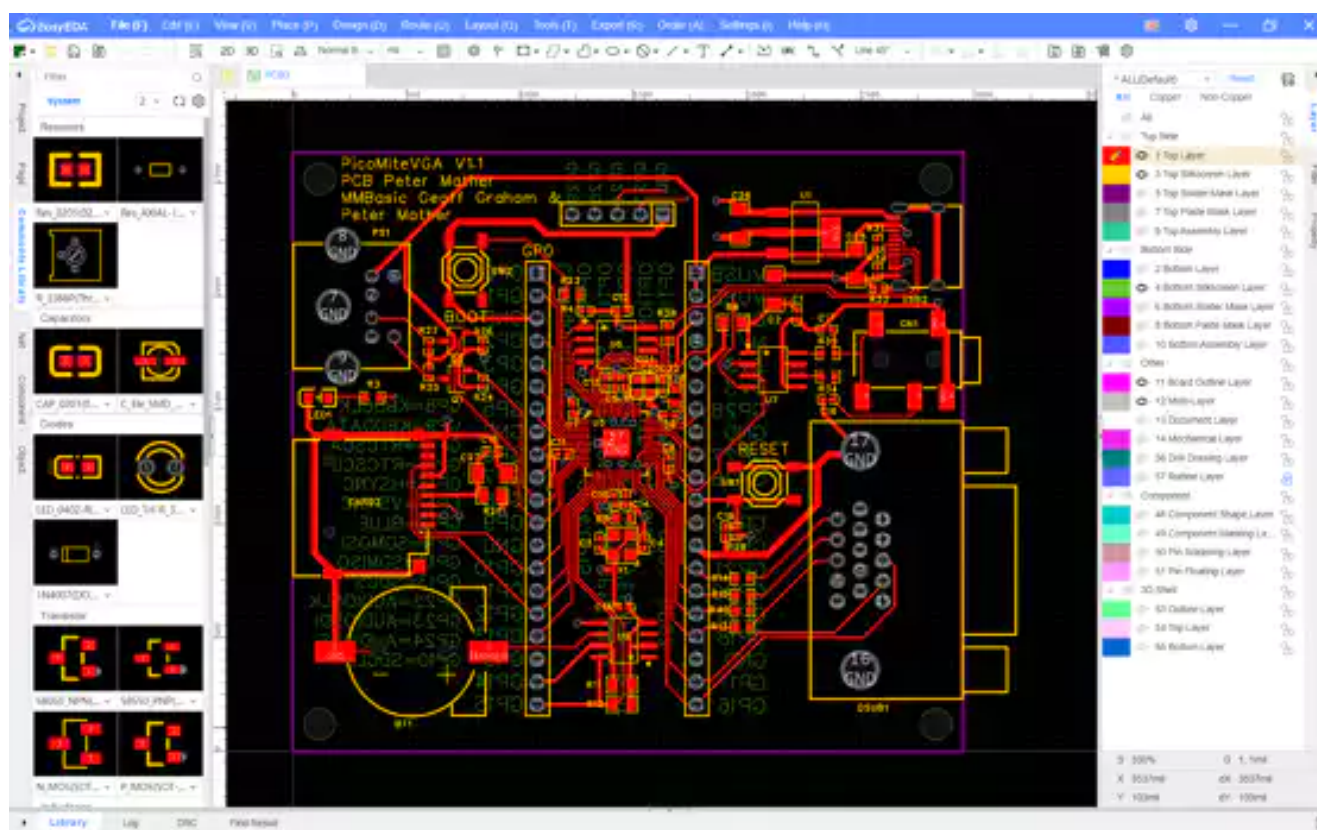
	UKTailwind Add files via upload ...	yesterday 52
	BOM_V1.0.a.xlsx Add files via upload	yesterday
	BOM_V1.1a.xlsx Add files via upload	yesterday
	CMakeLists.txt Add files via upload	last month
	Gerber_V1.0a.zip Add files via upload	yesterday
	Gerber_V1.1a.zip Add files via upload	yesterday
	Include.h Add files via upload	5 months ago
	PickAndPlace_V1.0a.... Add files via upload	yesterday
	PickAndPlace_V1.1a.... Add files via upload	yesterday
	PicoMiteVGA.pio Add files via upload	last year
	PicoMiteVGAV1.0.eprj Add files via upload	yesterday
	PicoMiteVGAV1.1.eprj Add files via upload	yesterday
	README.md Update README.md	last month

Auf Github zum Download: die für die Produktion nötigen Dateien

Es gibt zwei Versionen, eine mit Soundausgabe über PWM (Pulsweitenmodulation) und die andere mit einem Digital-zu-Analog-Wandlerchip (DAC). Wir haben diese zweite Variante benutzt, erkennbar an der Versionsnummer 1.1. Inzwischen gibt es die Version 1.1a, weil wir im Zuge unseres Artikels einen kleinen Fehler in der Beschriftung der Platine gefunden haben: Wie man sieht, sind die Entwicklung und der Support des Projektes sehr aktiv.



die Möglichkeit, es komplett im Browser laufen zu lassen, leicht zugänglich ist. Die Cloud- und Community-Funktionen ermöglichen ein schnelles Teilen und Bearbeiten im Team. Die Schnittstelle zu JLBPCB erlaubt eine nahtlose Bestellung der entworfenen Leiterplatten. Allerdings ist die zugrundeliegende Technologie mit SVG als Basis bei größeren Projekten sehr browserabhängig und skaliert nicht gut. Die nur lose Verbindung zwischen dem Schaltplanneditor mit seinen Symbolen und dem Platinenlayout mit den Footprints (Gehäuseform und Pinanordnung) war immer eine große Fehlerquelle und erforderte viel Aufmerksamkeit.



Der designierte Nachfolger ist nun EasyEDA Pro, das seit 2019 entwickelt wird und die Unzulänglichkeiten von EasyEDA (jetzt Standard genannt) beheben soll. Zum Betrieb benötigt man einen Lizenzschlüssel, den man bei Registrierung auf der Website (mit E-Mail oder Google-Account) kostenlos erhält und der „forever“ frei nutzbar sein soll. Hier muss man natürlich dem Hersteller vertrauen.

Neben der Version, die im Browser läuft und die Cloud des Herstellers nutzt, gibt es auch Versionen für Windows, Mac und Linux, die wahlweise mit Cloud-Zugriff oder komplett lokal genutzt werden können.

Durch die Verknüpfung von EasyEDA, dem Leiterplattenhersteller und -bestücker JLBPCB, LCSC (einer Plattform für elektronische Bauteile) und OSHW Lab (einer Community-Plattform) ist es einfach, Projekte, Dokumentation und eine Community zu finden, um zu eigenen Leiter-

Konto bei JLCPCB

Nun muss ein Konto bei JLCPCB eingerichtet werden. Die Anmeldung erfolgt per E-Mail oder über ein Google-Konto. Per E-Mail werden auch die manchmal sehr wichtigen Mails verschickt, vor allem wenn jemand am anderen Ende eine Frage hat oder ein Prozessschritt auf eine Entscheidung wartet. Natürlich kann man auch auf der Website im News-Tab nachschauen, aber die Erinnerung per Mail ist schon praktisch.

Mit dem Account kann man sich dann als Kunde für Leiterplatten, Bestückung, 3D-Druck und die Nutzung von EasyEDA (siehe Kasten) anmelden. Wir zeigen hier im Heft nur die wichtigsten Schritte der Bestellung im Bild, online haben wir noch eine Ergänzung mit ausführlichen Bildstrecken. Den Link finden Sie über die Kurzinfo.

1&2 layers



From **\$2** /5pcs
Build Time: 24 hours

- ✓ Only \$2 for 100×100mm PCBs
- ✓ \$56/m² for Batch production
- ✓ FR4, Aluminum, Copper Core PCB

Quote Now



Angebot für kleine Platinen mit max. zwei Layern

Es wird ernst



Heftinhalt

Lesezeichen



vorheriger Artikel

nächster Artikel



auswählen.

Add gerber file


Only accept zip or rar, Max 20 MB, [View example >](#) All uploads are secure and confidential.

[Instructions For Ordering](#)

[Log in to view your upload history](#)

Hier werden die gepackten Gerber-Dateien hochgeladen.

Sobald Sie das Zip-File PicoMiteVGAV1.1.zip hochgeladen haben, erscheint das Board als Vorschau. Als Base Material sollte FR-4 angewählt sein, Layer sollten zwei sein und die Dimensionen 75 × 70 mm betragen (für die aktuellste Version 1.1a).



[← Back to Upload File](#) [Gerber Viewer](#)

Base Material

FR-4 Flex Aluminum Copper Core Rogers

PTFE Teflon

Layers

1 2 4

High Precision PCB 6 8 10 12 14 16 18 20

Dimensions

75 * 67 mm

PCB Qty

5

Product Type

Industrial/Consumer electronics Aerospace Medical

Vorschau der Platinen und die ersten Zeilen der Konfiguration.

Auf der rechten Seite unter dem Reiter Charge Details kann man sich schon mal einen Überblick

Optionen

Unter dem Punkt PCB Specifications sollten die Punkte Different Design (man kann verschiedene Designs in einer Produktion bestellen), Delivery Format (getrennte PCBs oder Panels) und PCB Thickness (in mm) schon richtig ausgewählt sein.

Die Farbe der Leiterplatte ist frei wählbar. Es entstehen in der Regel dadurch keine Mehrkosten, allerdings kann die Produktion der Leiterplatten bei weniger gefragten Farben länger dauern. Die Farbe des Silkscreens (Aufdruck auf der Leiterplatte) kann man sich nicht aussuchen, sondern sie schaltet z. B. bei weißen Leiterplatten automatisch auf schwarz um.

Möchte man die Kupferbahnen und Pads bleifrei verzinnt haben, entstehen geringe Mehrkosten; bei EDIG, also erst vernickeln und dann vergolden, natürlich deutlich mehr. Wählt man bei den obigen Parametern eine ungewöhnliche Kombination, so warnt ein Fenster, dass sich der Auftrag dadurch verzögern könnte.

Im Feld High-spec Options sollte man als Anfänger nicht herumspielen. Die Einstellungen werden je nach Gerber-Dateien teilweise automatisch angepasst oder die Entwickler des Projektes geben Hinweise, falls hier etwas eingestellt werden muss. Wenn man sich sicher ist, dass das hochgeladene Design problemlos produzierbar ist, kann man Confirm Production File auf No stehen lassen: Ansonsten bekommt man noch einmal die Meldung, dass man sich die Produktionsdateien ansehen und den Auftrag dann noch einmal bestätigen soll.

Das Feld Advanced Options ist nicht ohne Grund zugeklappt: Hier gibt es unter anderem einige teure Profi-Optionen. Man kann aber auch auswählen, dass die Boards in einer neutralen Verpackung ohne JLCPCB-Logo geliefert werden. Vielleicht um Ärger mit dem Partner zu vermeiden? Das kostet übrigens 71 Cent.

Wenn man die Platinen selbst bestücken möchte, oder einen Teil davon, könnte man noch ein Stencil (Schablone) bestellen, mit dem man die Lötpaste in einem Rutsch auftragen kann. Wir brauchen das aber nicht und wählen direkt PCB Assembly aus. Meist gibt es hier noch einen orangen Coupon, der das kostenlos ermöglicht – aber nicht zu früh freuen, das ist nur der eigentliche Service. Die Bauteile kosten natürlich und auch das Bestücken der Platine kostet pro Bauteil.



PCB Assembly



Coupon: Free Assembly for your PCB order



Fast immer gibt es Angebote in Form von Coupons.



Heftinhalt

Lesezeichen



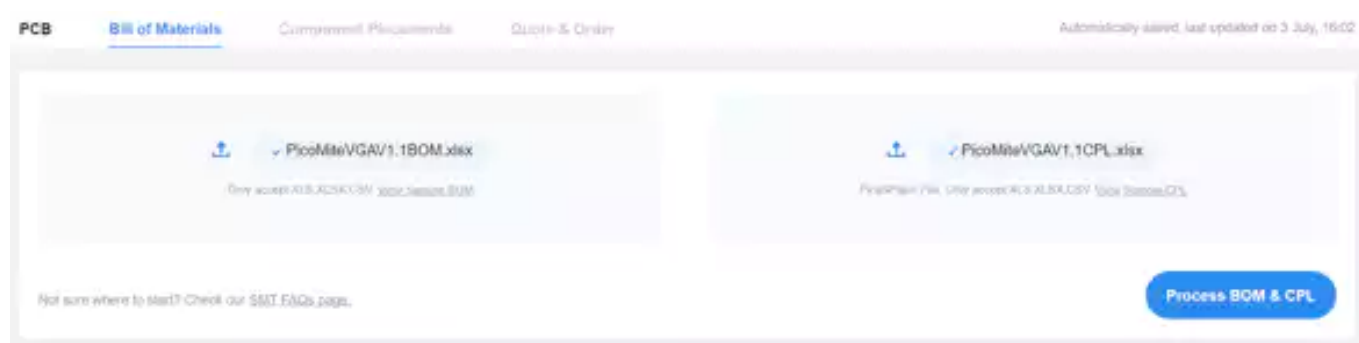
vorheriger Artikel

nächster Artikel

großen Platine zusammengefasst werden, aber diese Einschränkungen sind für uns nicht relevant.

Wichtig ist die Auswahl der zu bestückenden Seite (beide Seiten gleichzeitig sind nicht möglich). Im Allgemeinen sind die Hilfetexte aussagekräftig und die Optionen gut vorausgewählt. Man kann noch etwas sparen, indem man z.B. nur zwei der fünf Platinen bestücken lässt. Je nach Projekt kann das sinnvoll sein, ich habe jedoch fünf bestücken lassen, da genügend Interesse in der Redaktion vorhanden war und einige Bauteile nur mit speziellem Lötequipment gelötet werden können.

Die Option Confirm Parts Placement hilft Fehlbestückungen durch Fehler in den Daten zu vermeiden und kostet nur 42 Cent. Wenn man sich sicher ist (wenn es sich wie hier um ein erprobtes Design handelt), dass alles stimmt, kann das Überspringen dieses Schrittes die Produktion etwas beschleunigen.



Die Liste der Bauteile (BOM) und ihre Platzierung (CPL) sind hochgeladen.

Bestückung planen

Bestätigt man nun die Bedingungen (blaue Schaltfläche), können die BOM- und CPL-Dateien (Bill of Materials und Component Placement File) in der Registerkarte Bill of Materials hochgeladen werden. Da es sich in unserem Fall um Excel-Tabellen handelt, die von den Entwicklern des Projekts mit EasyEDA Pro erstellt wurden, sind hier keine Schwierigkeiten zu erwarten. Falls andere PCB-CAD-Systeme verwendet werden, muss man sich informieren, wie diese Tabellen fehlerfrei erstellt oder exportiert werden können.

Uploaded BOM Data				Review Matched Parts		
Top Designator	Comment	Foot	Lib Type	Lib Type	Total Cost	Select
SW1,SW2	TS-1187A-B-...	SW	PCB	Basic	€0.1335	<input checked="" type="checkbox"/>
DSUB1	D-DMRH16P...	D	PCB	Extended	€2.7575	<input checked="" type="checkbox"/>
CN1	PJ-327A0-SMT	AUD	PCB	Extended	€0.4581	<input checked="" type="checkbox"/>
CARD2	TFPUSH	TF	PCB	Extended	€0.1962	<input checked="" type="checkbox"/>
H1	PZ254V-11-05P	H1	PCB	Extended	€0.00	<input type="checkbox"/>
J1,J2	2.54-1*20P直针	J	PCB	Extended	€0.00	<input type="checkbox"/>
U1	AMS1117-3.3	SO	PCB	Basic	€0.5954	<input checked="" type="checkbox"/>
R6,R29	2.2Ω	R	PCB	Basic	€0.0238	<input checked="" type="checkbox"/>
U5	RP2040	I	PCB	Extended	€4.5273	<input checked="" type="checkbox"/>

Auswahl der zu bestückenden Komponenten.

Im nächsten Schritt können die zu bestückenden Bauteile aus einer Liste an- und abgewählt werden. Bauteile in Through-Hole-Technik (THT) kosten bei der Bestückung mehr, da sie von Hand bestückt und verlötet werden, aber auch SMD-Bauteile (Extended Parts), die nicht ständig auf den Maschinen geladen sind, sind teurer. Dies sollte man auch bei eigenen Entwürfen beachten.

EasyEDA Pro macht den Bestückungsprozess auch in diesem Bereich noch einfacher, da man leichter sicherstellen kann, dass man nur Teile auswählt, die JLBPCB auch auf Lager hat. Aus EasyEDA Pro heraus kann man natürlich auch direkt bestellen, in EasyEDA und anderen PCB-CADs muss man die BOM und CPL separat exportieren.

Bei der PicoMiteVGA-Platine sparen wir uns bei der Bestückung die Headerleisten, die jeder bei Bedarf von Hand nachlöten kann. Wenn man ein paar alte PC-Motherboards zum Ausschachten hat, kann man sich auch die PS/2-Buchse und die VGA-Buchse sparen, sollte aber sicher sein, dass die vorhandenen Teile auch passen.

B	Extended	\$13.6890 ?	5 shortfall
---	----------	-------------	-------------

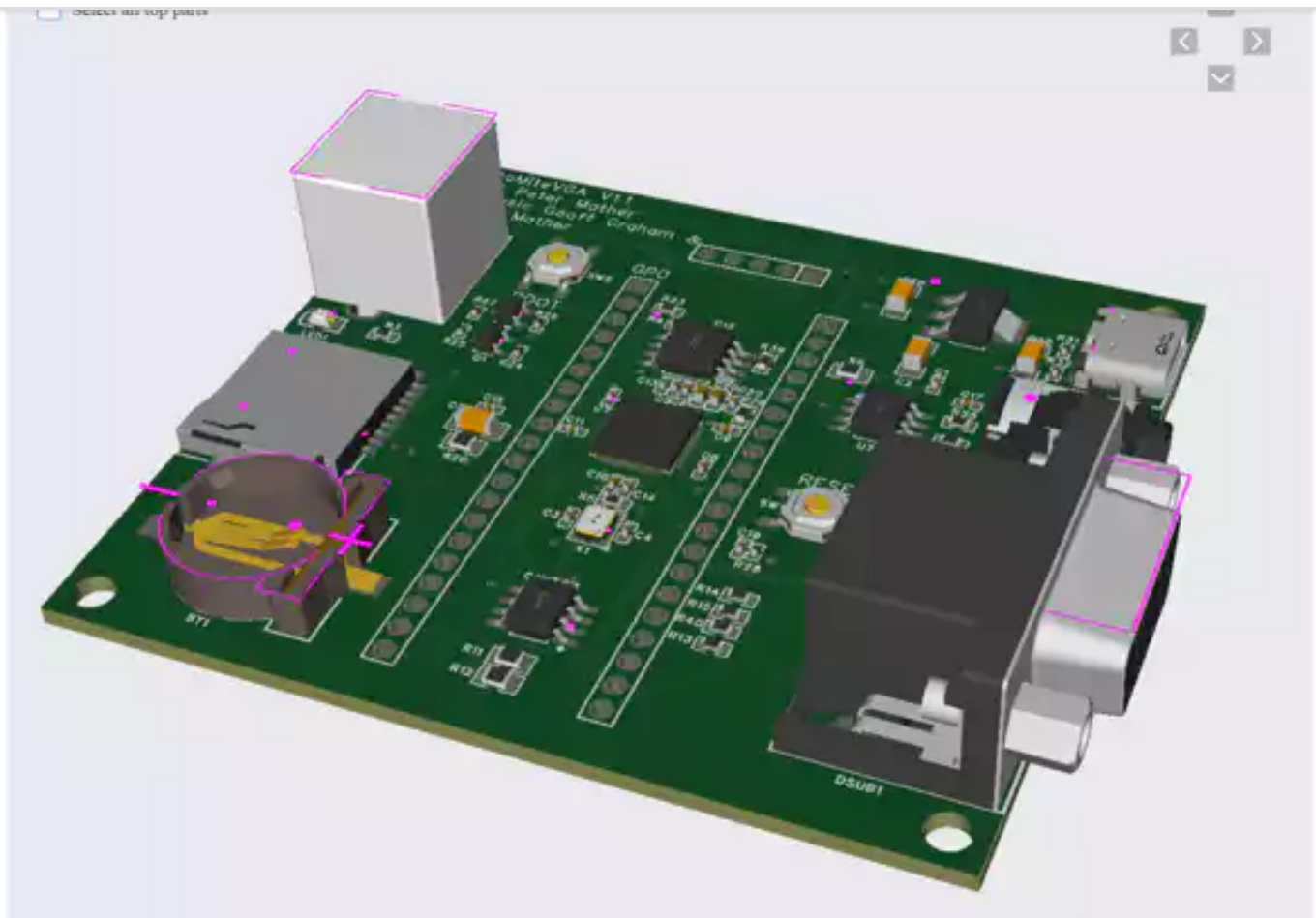
se carefully check the packages of selected parts before proceeding.

NEXT

Bei Extended-Parts ist leider die Wieder-verfügbarkeit nicht garantiert.

In unserem Fall war die Echtzeituhr plötzlich nicht mehr in ausreichender Menge verfügbar, so dass wir sie aus der Liste entfernt haben. Das Board funktioniert auch ohne problemlos. Der Chip lässt sich übrigens trotz SMD-Technik gut nachträglich einlöten, da die Pins einen großzügigen Abstand haben.

Im nächsten Fenster wählt man den Button Do not place, damit die abgewählten Bauteile nicht wieder auf dem Layout landen.



In der schicken und funktionellen 3D-Ansicht findet man leicht Fehler in der Bestückung.

Kontrolle und Support-Chat

Im nächsten Schritt kann die Platzierung noch einmal überprüft werden, um grobe Fehler zu vermeiden. Hier erwartete ich eine Ansicht mit Platine (wie ich sie schon vorher gesehen hatte) und fragte im Chat nach. Innerhalb von Sekunden hat man jemanden im Chat, der einem weiterhilft. Hier war es ein Renderfehler in der Webseite, der in der 2D- und 3D-Ansicht (im Bild die korrekte Ansicht) die Platine nicht gezeichnet hat. Mittlerweile ist dieser Fehler behoben. Nach einem Chat erhält man den Chatverlauf per Mail zur späteren Referenz.

In diesen zoombaren und in der 3D-Ansicht auch drehbaren Ansichten erkennt man schnell, ob ein Bauteil versehentlich nicht vorhanden, falsch platziert oder verdreht ist.

Mir wurde wegen des Website-Fehlers die Option angeboten, die Platzierung der Bauteile von einem Ingenieur überprüfen zu lassen: Ob es sich dabei um die Option aus dem vorherigen Schritt oder um einen kulantem Extraservice handelt, konnte ich nicht in Erfahrung bringen. Zusätzliche Kosten sind dadurch nicht entstanden. Allerdings muss man dann in einem weiteren Schritt, der mit korrekt gerenderten Bildern der DFM-Analyse (Design for Manufacturing) kommt, nochmals explizit die Produktion freigeben. Diese Nachricht kommt über die Website

das Design in EasyEDA Pro geladen und überprüft: beide Pads liegen auf VCC (Versorgungsspannung), also ist alles in Ordnung. Warum der Mitarbeiter das nicht gesehen hat, wissen wir nicht. Vielleicht war es eine automatische Geometrieprüfung, die Alarm geschlagen hat, aber besser einmal zu viel als zu wenig.

Danach kann man die Bestellung im Warenkorb abschließen und eine Versandart wählen. Wir haben uns für den etwas teureren, aber schnellen DHL Express entschieden, bei dem DHL auch die Verzollung und die Erhebung der Mehrwertsteuer übernimmt. Der Gesamtpreis für fünf fertige Boards betrug dann etwas mehr als 128 US-Dollar, zum damaligen Kurs fast genau 128 Euro.

Estimated finish time: 2023-06-02 21:34:17



- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| MI | 2023-05-31 16:35:06 |
| Drilling | 2023-05-31 19:08:07 |
| Copper Deposition | 2023-05-31 19:19:00 |
| Image the outer layers | 2023-05-31 19:38:00 |
| Pattern Plating | 2023-05-31 22:17:06 |
| Automatic Optical Inspection(AOI) | 2023-05-31 23:00:39 |
| Solder Mask | 2023-06-01 00:44:01 |



den Lieferungen zwischen den Werken, der Auslieferung und der Zollabfertigung. Gerade bei den Produktionsschritten gibt es fast immer Videos, die zeigen, was genau passiert: Das ist ganz interessant, zeigt aber natürlich nur ein Beispiel und nicht die eigene Leiterplatte.

Irgendwann wird dann geliefert und wenn alles klappt, ist die Sendung wenige Tage später am Ziel. Bei uns gab es ein paar Pannen und das Tracking zeigte einen Umweg über London an; der Zoll hatte das Paket eine Zeit lang, währenddessen änderte sich der Status mehrmals, aber wir vermuten, dass das alles nur ein Fehler in der Trackinganzeige war, denn die Lieferzeit war einfach zu kurz für einen Umweg von Leipzig über London nach Berlin. Von der Bestellung bis zur Lieferung durch den Paketdienst vergingen hier knapp neun Tage für Produktion und Versand. Darin enthalten ist ein Wochenende zwischen Leiterplattenproduktion und Bestückung.

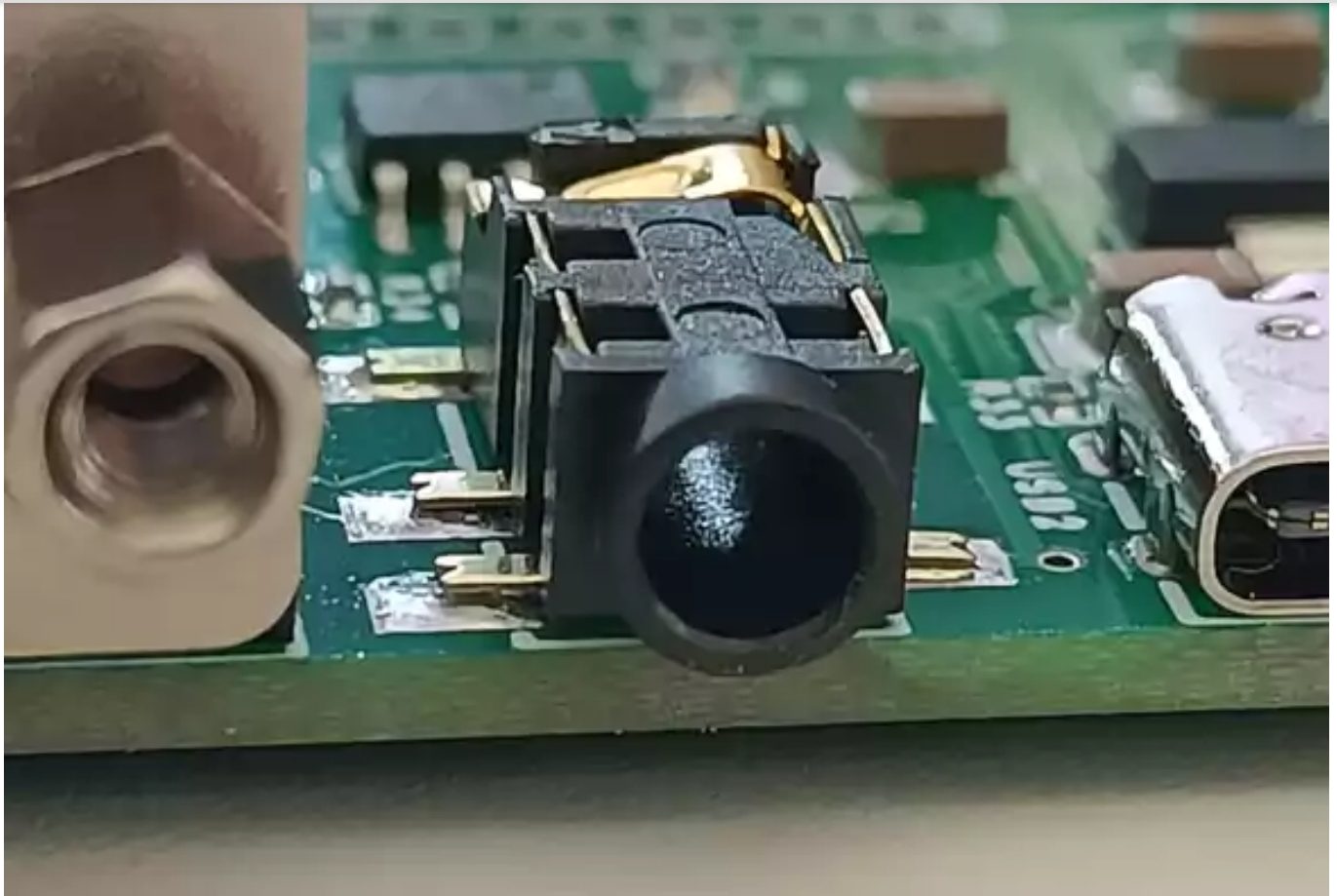
Auspacken und ausprobieren

Nachdem die Boards angekommen waren, habe ich einen groben Blick auf die Boards geworfen. Alles war recht sauber, auch die Lötstellen gaben auf den ersten Blick keinen Grund zur Beanstandung. Also habe ich ein zufälliges Board mit gedrücktem BOOT-Taster an den Rechner angeschlossen und tatsächlich hat sich ein Dateifenster geöffnet, in das ich dann die PicoMiteVGA Firmware gezogen habe. Wenige Sekunden später bootete das Board und das langsame Blinken der roten LED zeigte an, dass MMBasic lief. Per USB konnte ich mich dann mittels TeraTerm mit dem Board verbinden. Angeschlossen an einen VGA-Monitor zeigte das Board ein scharfes Bild und auch die PS2-Tastatur tat ihren Dienst. So konnte schnell ein kleines Demoprogramm in Basic geschrieben werden.



Geliefert, ausgepackt und dann ausprobiert

Beim Ausprobieren verschiedener Demoprogramme von einer SD-Karte habe ich dann auch einen Aktivlautsprecher angeschlossen, aber der Ton war nicht in Ordnung. Mit der Tonerzeugung in MMBasic wurden dann zwei Töne unterschiedlicher Frequenz auf dem rechten und linken Kanal erzeugt und durch vorsichtiges Wackeln an der 3,5-mm-Buchse stellte ich fest, dass hier wohl ein Lötpad nicht sauber verlötet war.



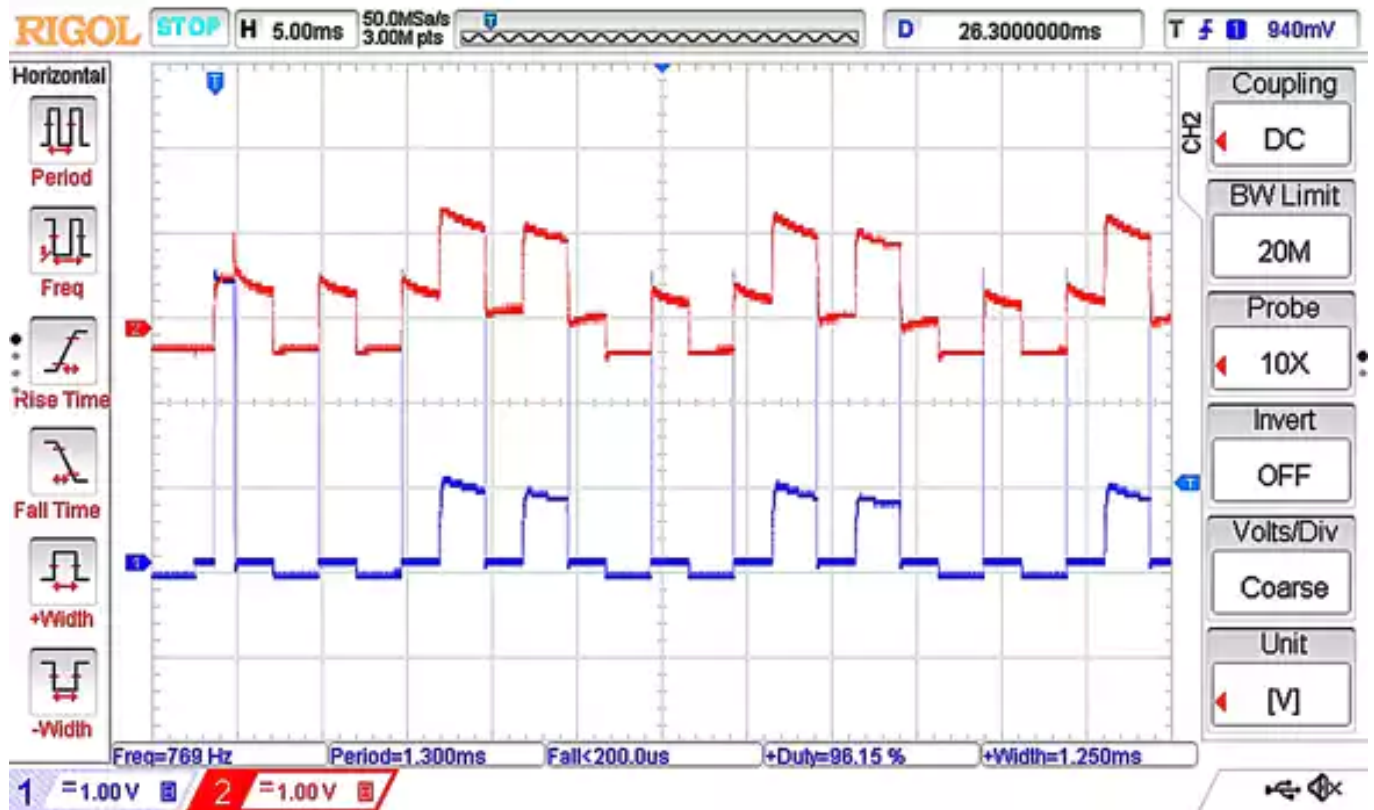
Fehlerbild bei den Audio-Anschlüssen

Bei genauerem Hinsehen wurde dann das Problem sichtbar: Entweder waren die Beinchen der Buchse leicht nach oben gebogen oder der Roboter hatte die Buchsen nicht fest genug auf die Platine gedrückt, sodass das sparsam eingesetzte Lot den Spalt nicht überbrücken konnte. Diesen Fehler fand ich bei allen Platinen und lötete die Kontakte von Hand nach, was mit einer nicht zu großen Lötspitze kein Problem ist.

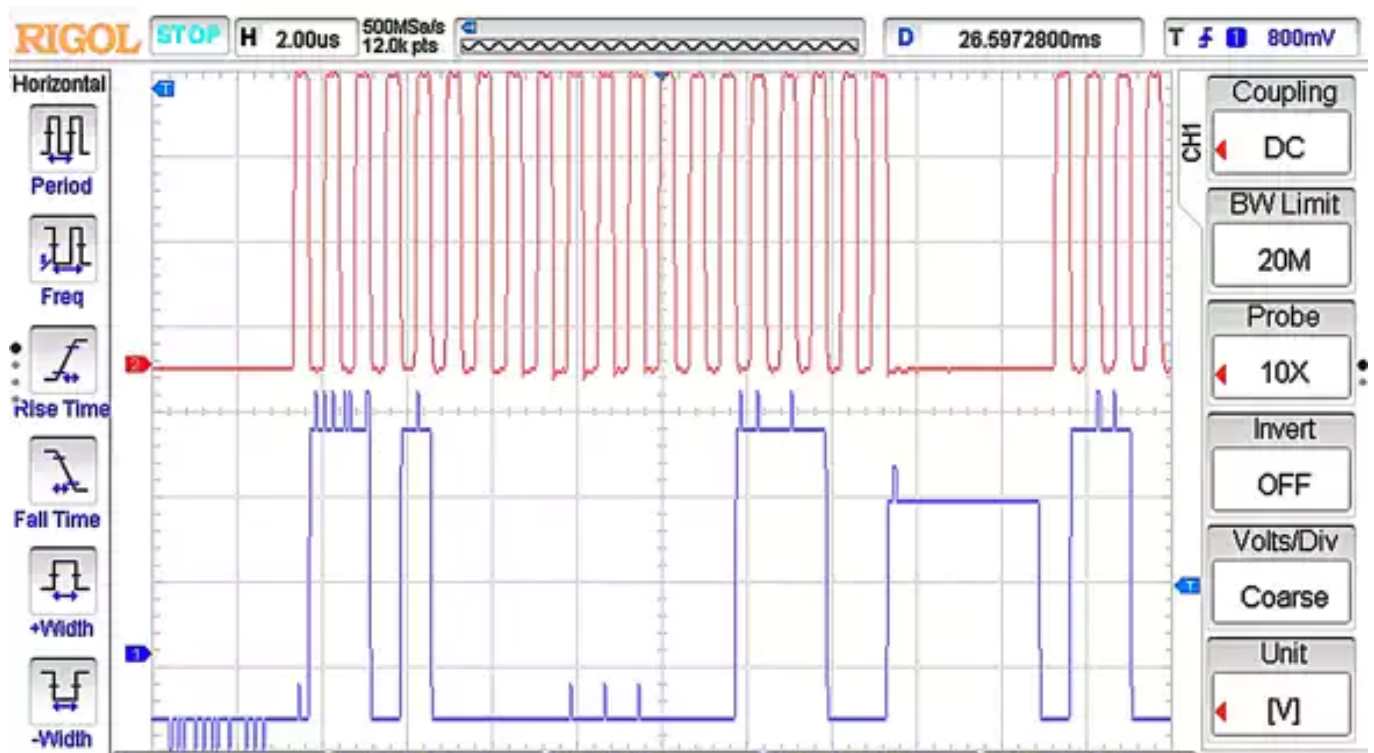
Das vierte Board, das ich ausprobierte, zeigte aber einen noch gravierenderen Fehler: Das Dateifenster öffnete sich zwar, aber wenn man eine Firmware kopiert, wurde der Vorgang verdächtig schnell abgeschlossen und nach dem Reset erscheint wieder das Dateifenster, weil der Upload wohl fehlgeschlagen ist.

Also machte ich mich an die Fehlersuche. Da eine USB-Kommunikation prinzipiell möglich war, konzentrierte ich mich auf den Bereich vom RP2040-Chip zum Flash und überprüfte noch, ob der Boot-Taster funktionierte. Die Lage der Chips und die Verbindungen waren anhand des Schaltplans schnell gefunden und auf der Platine lokalisiert. Hier am Flash-Chip habe ich auf Verdacht alle Pins nachgelötet. Das Forum, der Entwickler von PicoMite und der Platine waren in dieser Phase sehr hilfreich. Während meiner Suche fand ich auch den eingangs erwähnten kleinen Fehler in der Beschriftung auf der Platine, der wenige Stunden nach der Entdeckung in den

die Leitungen beim Flashen mit dem Oszilloskop angeschaut, der Takt war okay, aber die Impulse auf den Data- und Select-Leitungen schienen nicht richtig zu passen und waren für mich nicht mit dem Datenblatt in Einklang zu bringen. Ein Vergleich mit einem funktionierenden Board bestätigte das: Hier waren die Impulse klar zu erkennen und machten Sinn.



Verschliffene und übersprechende Signale auf Takt- und Datenleitung





Also suchte ich weiter am RP2040-Chip, was bei einem so kleinen Chip nicht ganz einfach ist. Ein Binokular (Stereomikroskop) aus dem Fundus war hier der Retter: An den Pads, mit denen der Flash am RP2040 verbunden ist, war das Lot nicht richtig an die Pins geflossen. Da ich keine spezielle Ausrüstung wie eine Hotplate oder eine Heißluftstation besitze, habe ich diesen Bereich mittels Drag-Soldering unter dem Mikroskop nachgelötet. Dabei verwendet man viel Flussmittel, trägt viel Lötzinn auf und zieht dann mit einer flachen, sauberen Lötspitze über alle Pads. Nach ein paar Wiederholungen, zwischendurch immer wieder die Lötspitze säubern, hat die Lötspitze das überschüssige Lot aufgenommen und die Pads sind sauber verlötet. Das Flussmittel sorgt dafür, dass keine Kurzschlüsse entstehen. Damit war auch die fünfte Platine gerettet.

JLPCB schickte mir einen Gutschein über fünf Euro, nachdem ich diese beiden Fehler gemeldet hatte. Das wäre sicher keine Entschädigung, wenn man solche Reparaturen nicht selbst durchführen könnte. Allerdings wurde mir auch glaubhaft versichert, dass die betroffenen Teile mit einem Vermerk versehen werden und die Qualitätskontrolle bei weiteren Aufträgen mit diesen Teilen ein besonderes Augenmerk auf diese Stellen legen wird. Andererseits ist der Preis von gut 25 Euro pro Board kaum zu unterbieten und man muss vielleicht mit so etwas rechnen. Für größere und wichtigere Produktionen zahlt man sicher mehr und darf dann auch mehr erwarten. Schaut man sich jedoch um, so gibt es nur wenige Firmen, die ein solch günstiges Angebot inklusive Bestückung anbieten können. Will man in Europa bleiben, so betragen die Bestückungskosten schnell das Fünffache, die chinesischen Hersteller können dank billiger Arbeitskräfte solche an sich nicht lukrativen Aufträge zwischen die eigentliche Produktion schieben. Für uns Maker eine tolle Sache, wir sind gespannt, ob sich hier der Wettbewerb ähnlich entwickelt wie bei der reinen Leiterplattenfertigung. —caw

[Leserbrief schreiben](#)[Artikel als PDF herunterladen](#)[Auf Facebook teilen](#)[Auf Twitter teilen](#)[Kontakt](#)[Impressum](#)[Datenschutzhinweis](#)[Nutzungsbedingungen](#)[Heftinhalt](#)[Lesezeichen](#)[vorheriger Artikel](#)[nächster Artikel](#)

